

各国示方書による鋼道路橋の疲労設計のケーススタディ

大阪市立大学	正員	中井 博
大阪市立大学	正員	北田 俊行
大阪市土木局	正員	芦原 栄治
○(株) 駒井鉄工所	正員	蛟島 能章
桜田機械工業(株)	正員	山中 和明
(株) 酒井鉄工所	正員	田中 俊彦

1. まえがき

最近、プレートガーダー橋の主桁と横桁の連結部に発生した疲労亀裂については、各種事例や実験等で種類の報告がなされている。ここでは関西道路研究会・疲労小委員会の研究活動の一環として、諸外国において、どのような疲労照査が行われているかについて調査し、それぞれの示方書に基づいた照査のケーススタディを行った。疲労応力度を求めるに当たって、荷重および衝撃係数は、それぞれの示方書に準ずるものとし、対象の橋梁モデルは同一のモデルを使用した。対象とした示方書は、1) SIA161, 2) AASHTO 3) カナダ・オンタリオ州設計基準、および、4) BS5400, PART10である。

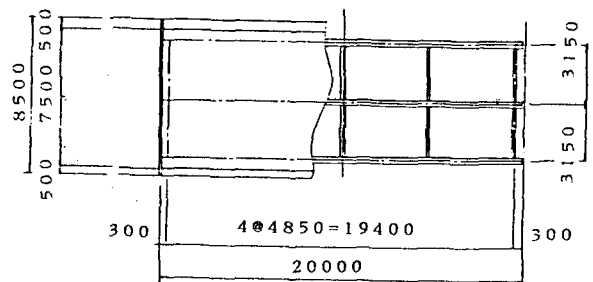
2. モデル橋梁

モデル橋梁は、支間20m、幅員7.5m、支間中央に分配横桁を有する活荷重合成桁(図-1)とした。また、主桁間隔(横桁支間)は3.15mとし、比較的主桁間隔の大きなものを対象とした。

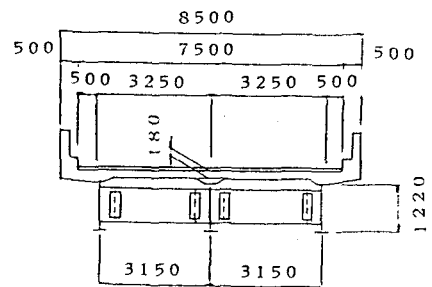
応力計算は平面格子解析によって行い、最大の断面力が発生する位置に荷重を載荷した。なお、疲労照査部位は、図-2に示す主桁と横桁下フランジ結合部に着目した。

3. 載荷荷重と衝撃係数

載荷荷重は各国の道路状況や車両事情により、それぞれタイヤの載荷位置やタイヤ1つ当りの重量にバラツキが認められるが、トラック1台分の総重量としてはカナダ・オンタリオ州設計基準を除き、ほぼ同様の重量となっていることが興味深い。衝撃係数については、4者それぞれ異なり、AASHTOでは我国の道路橋示方書とほぼ同様の衝撃係数となったが、BS5400では主桁端部に約25%の断面力増を考え、支間部では考慮しないというような実用的な面も見られる。反面、SIA161では明確な規定が見当たらず、今回の検討では、とりあえず我国の「鋼道路橋示方書」に基づいた衝撃係数を使用して断面力を求めることにした。4者を比較した結果、総じてカナダ・オンタリオ州設計基準が、疲労設計に使用する載荷荷重と衝撃係数の値を厳しくしていることが表-1から判断できる。



(a) 平面図



(b) 断面図

図-1 モデル橋梁(寸法単位mm)

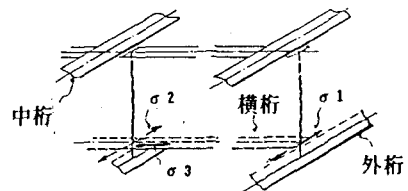


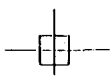
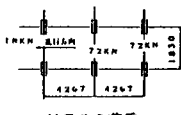
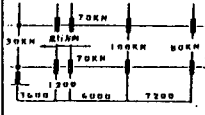
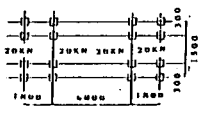
図-2 疲労応力度の照査部分

H. NAKAI, E. ASHIMURA, T. KITADA, Y. SAHJ JIHA, K. YAMANAKA, I. TANAKA

4、疲労照査の比較表

4種類の示方書による疲労照査の結果を、表-1に示す。

表-1 各国示方書による疲労設計比較表

項 目	SIA 161	AASHTO	カナダ・オンタリオ	BS5400
疲労設計荷重 (全重量tf)	 360KN (36.7)	 HS20荷重 (32.7)	 OHBDTトラック (71.5)	 (32.7)
衝撃係数	$\frac{20}{50+19.4(M)}$ =0.288 道示	$\frac{50}{125+L(\text{フィート})}$ =0.265	0.3	端支点付近のみ断面力を25%増分する
疲労の評価方法	$\Delta\sigma_e$: 有効応力差 $\Delta\sigma_e = \alpha \cdot \Delta\sigma$ $\alpha = 0.85 - \frac{5}{L}$ α : 補正係数	道路の種類、荷重の繰返し数、継手の分類に応じて、許容応力度を設定している	道路の種類、荷重の繰返し数、継手の分類に応じて、許容応力度を設定している	応力度の変動に対し継手の分類によって損傷計算を行い、疲労寿命を計算している。
疲労応力度 (許容応力度) (kgf/cm ²)	$\sigma_1 = 399$ (357) $\sigma_2 = 273$ (357) $\sigma_3 = 96$ (510)	$\sigma_1 = 495$ (345) $\sigma_2 = 296$ (345) $\sigma_3 = 105$ (690)	$\sigma_1 = 599$ (326) $\sigma_2 = 366$ (326) $\sigma_3 = 139$ (326)	疲労寿命 外桁=45.8年 中桁=120年以上 横桁=120年以上 許容寿命 =120年以上

5、まとめ

今回、諸外国の示方書のうち、疲労の考え方が比較的明確な4種類についてケーススタディを行った。その結果、BS5400を除く他の3つの示方書に従うと、応力のオーバーする箇所があることがわかった。とくに、主桁の外桁と横桁接合部の主桁腹板部分に問題がある場合が多く、今後実橋等で調べてみる必要があると思われる。BS5400についても、同様の箇所では許容耐用年数120年の約3分の1程度の寿命しかなく、十分な安全性を有するとはいいがたい結果となった。

ところで、我が国の「鉄道橋設計標準」では、今回のような疲労照査項目が記載されているが、「道路橋示方書」では明確な照査方法は規定されていない。我が国の道路橋示方書におけるI-20およびII-43 荷重は今回検討した荷重と大きくかけ離れてはいないので、当然同様の応力レベルに達していると考えられる。それゆえ、今回の結果をふまえ、主桁と横桁の接合部は、つぎの点に注意して設計を行う必要がある。

(1) 主桁下フランジの断面積を増し、主桁応力度を減少させる。

(2) 横桁下フランジの接合部を上方に移動させ、接合部での応力レベルを低下させる。

参考文献…1)SIA 161,1979 2)AASHTO,1983 3)カナダ・オンタリオ州設計基準,1983 4)BS5400,Part10,